

En línea con la infraestructura cuántica Europea.

Plan Complementario en Madrid y EuroQCI en la Universidad Politécnica de Madrid



Jornadas REDIMadrid 2024



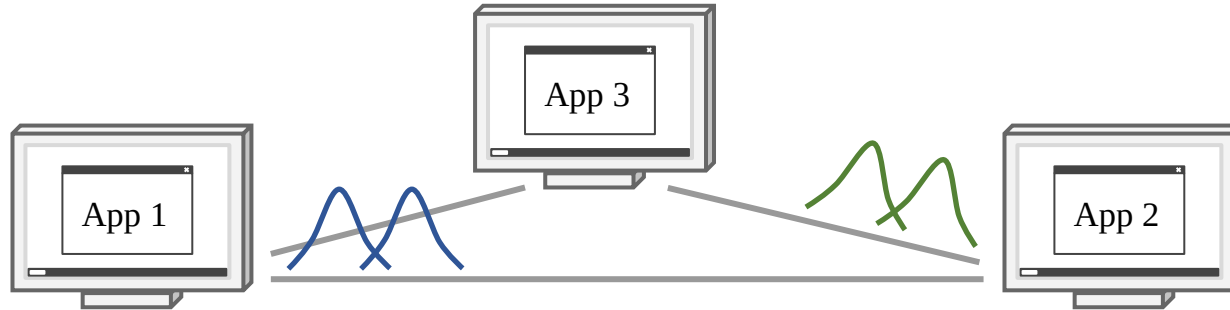
Universidad Politécnica de Madrid
Centro de Simulación Computacional
Grupo de Investigación en Información y Computación Cuántica

Alberto Sebastián-Lombrana, Juan P. Brito, Laura Ortiz, Rubén B. Méndez,
Rafael García, Jaime S. Buruaga, Vicente Martín.

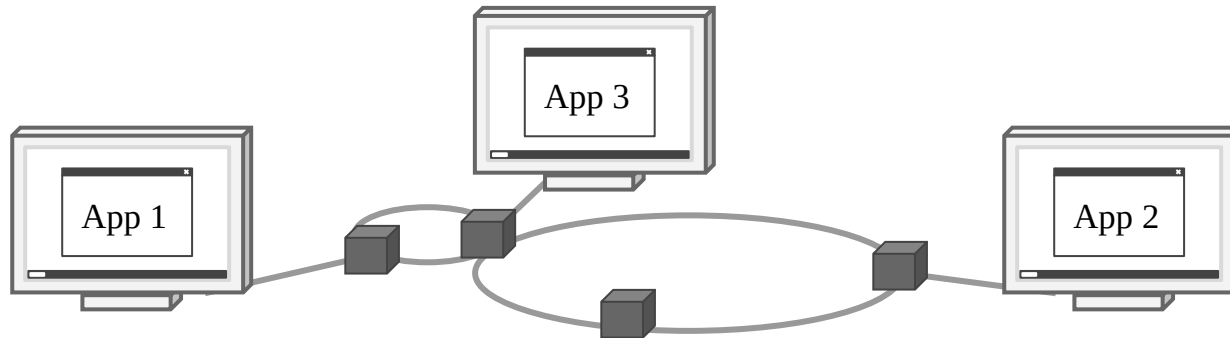
Contenidos

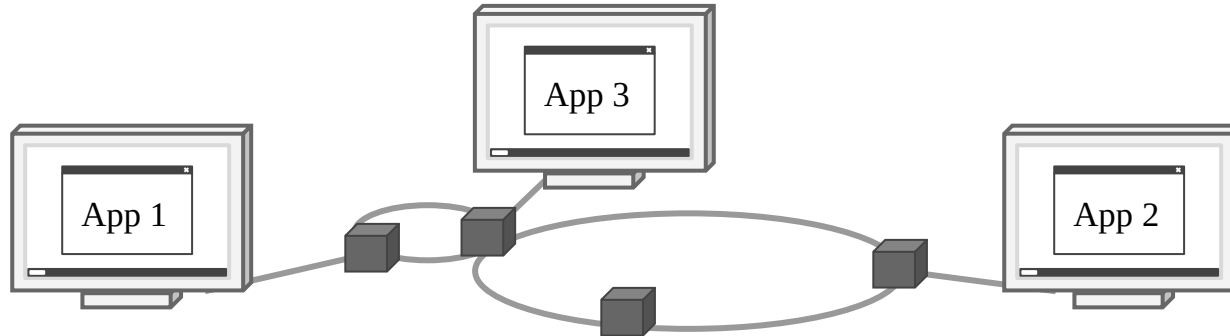
- Comunicaciones cuánticas (2:30 min)
- Contexto: PC3, MADQuantum-CM y EuroQCI (2:30 min)
- Red cuántica de Madrid. Específico UPM (4 min)
- Conclusión (1 min)

Comunicaciones cuánticas



Comunicaciones cuánticas

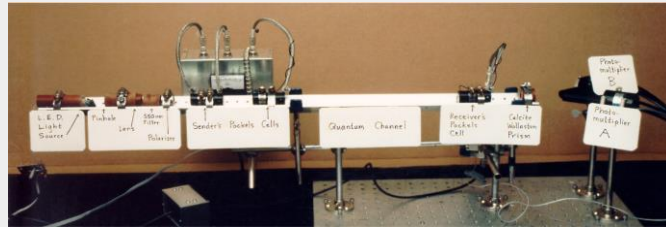




Técnicas y tecnologías de **vanguardia**

Tecnología **madura**
• **comparado** con otras

Comunicaciones cuánticas

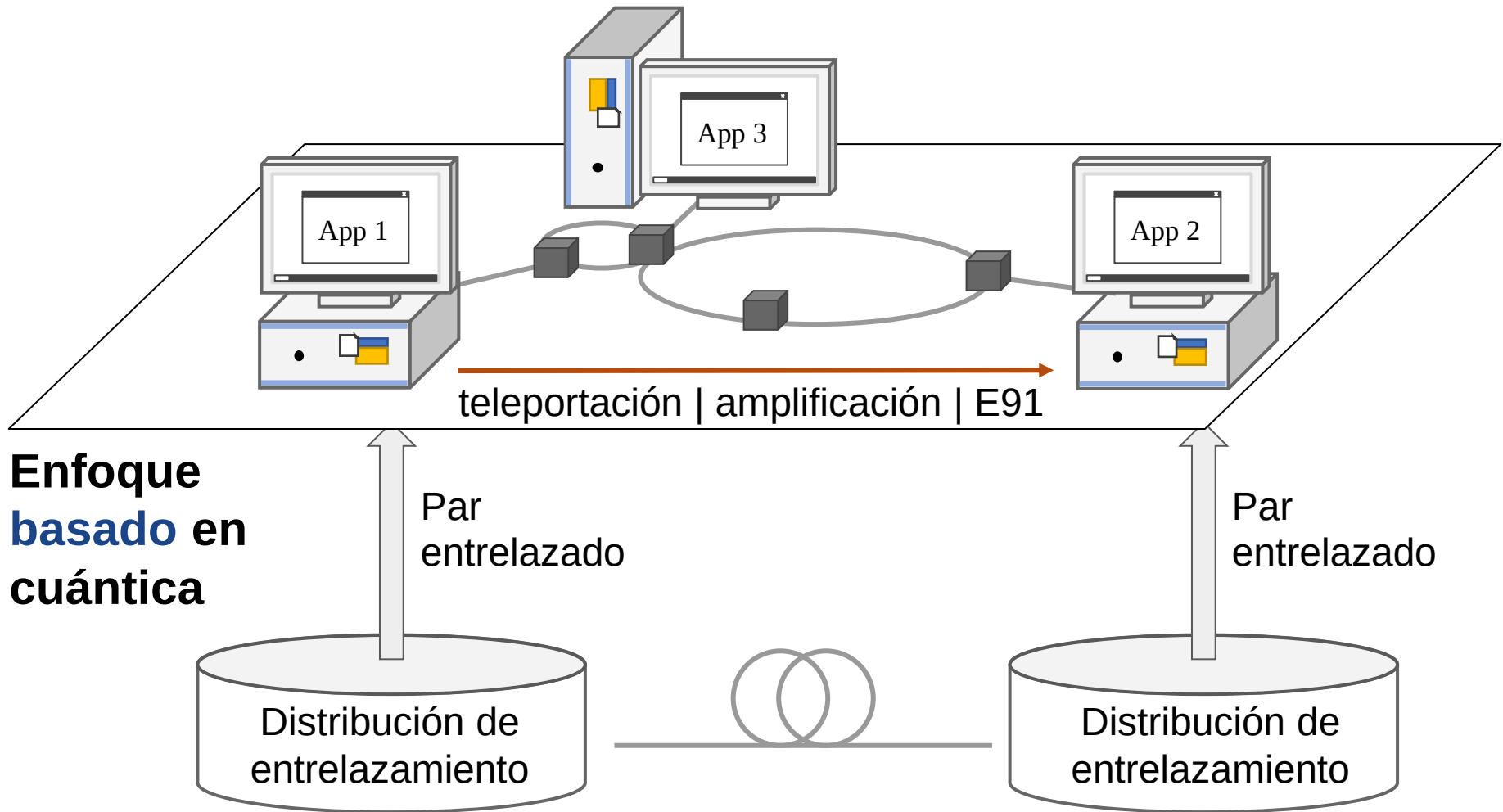


1992

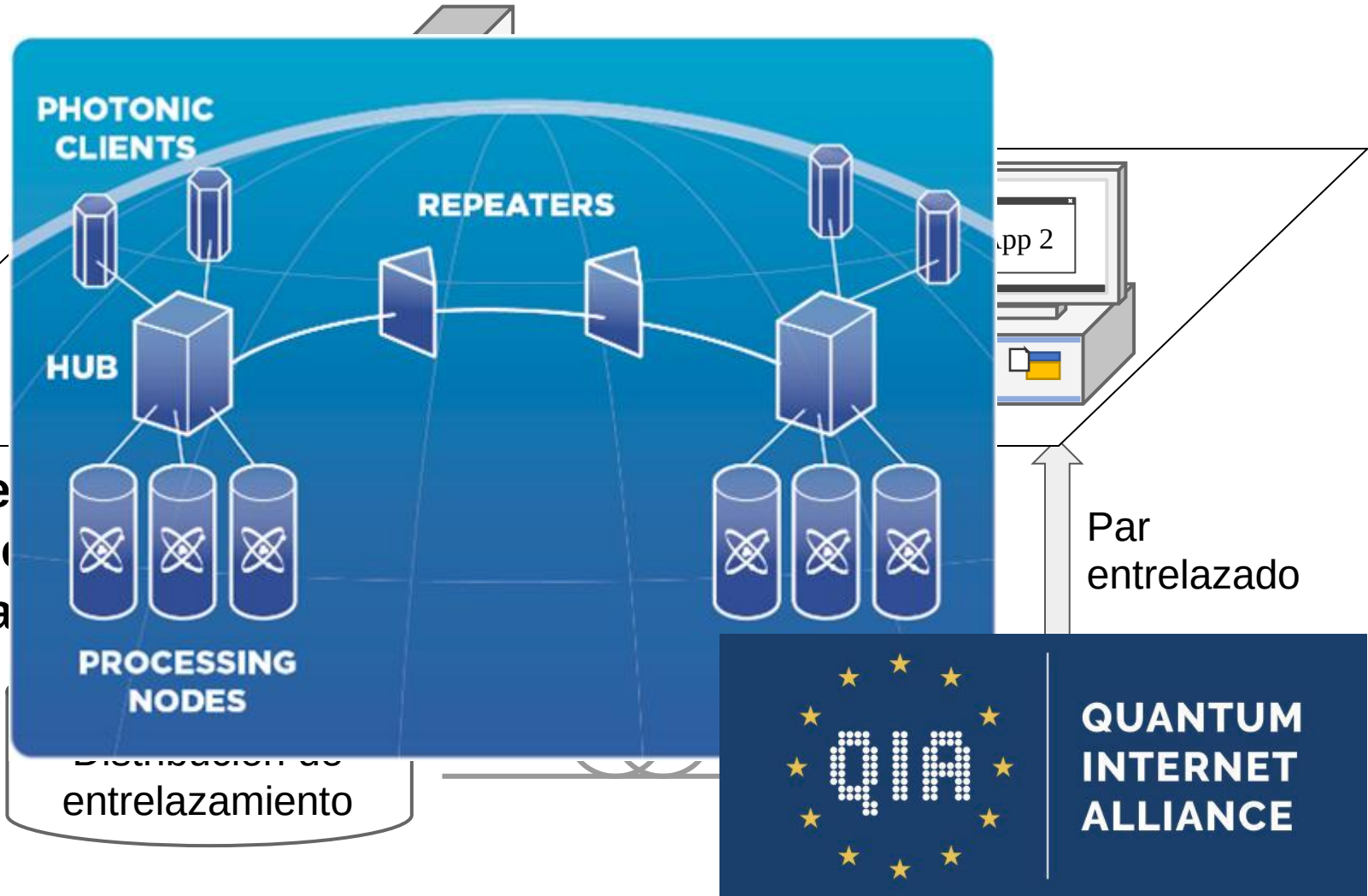


2022





Funciones cuánticas de red



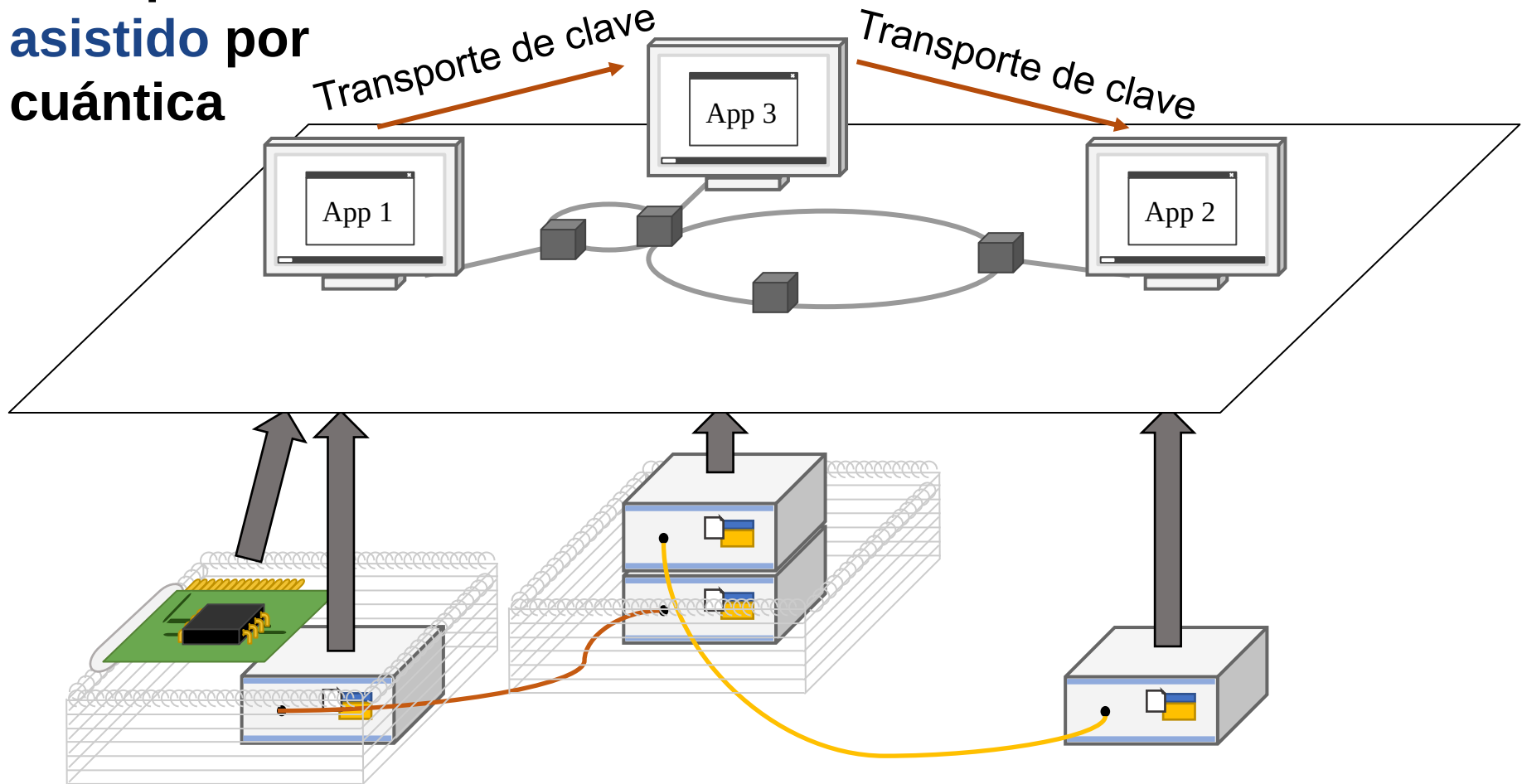
Enfoque
basado en
cuántica



Funciones cuánticas de red

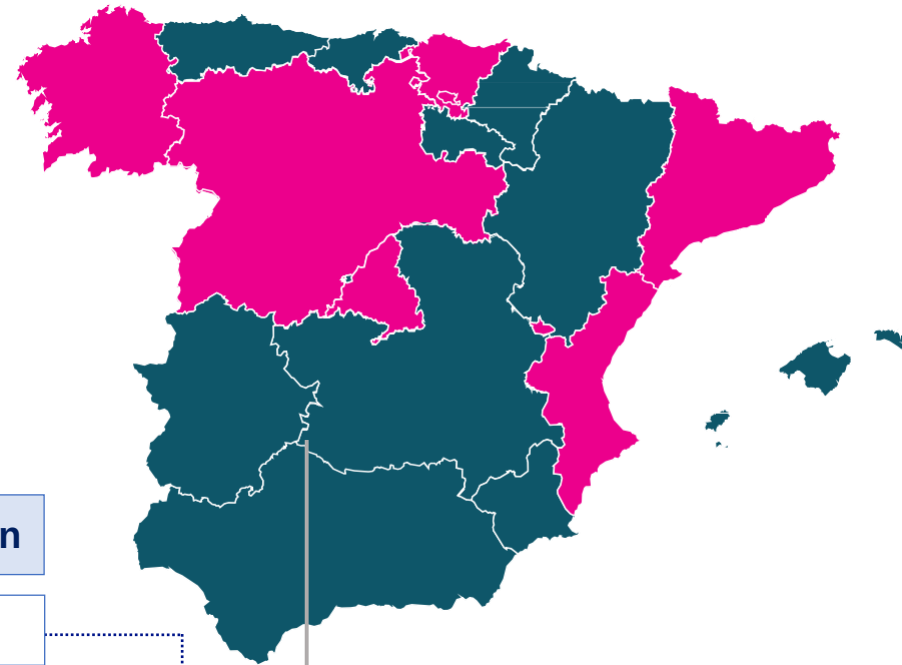
<https://quantum-internet.team>

Enfoque asistido por cuántica



Funciones cuánticas de red

Plan Complementario de Comunicación Cuántica



(6) RRHH y formación

(7) Ecosistema y difusión

(3) Software de comunicación cuántica

(2) Hardware de comunicación cuántica

(1) EuroQCI – Hacia una infraestructura europea de CC

(4) Hardware de procesamiento cuántico

(5) Software de procesamiento cuántico

2021

2024

Tiempo

País Vasco
Castilla y León
Cataluña
Galicia
Madrid
Valencia
CSIC

Plan Complementario de Comunicación Cuántica



Plan Complementario de Comunicación Cuántica



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

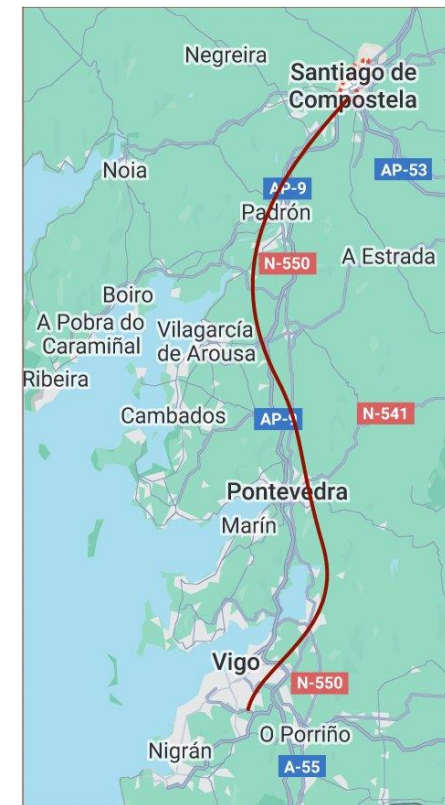


Comunidad
de Madrid

PC3

PLAN COMPLEMENTARIO DE
COMUNICACIONES CUÁNTICAS

(1) EuroQCI – Hacia una infraestructura europea de CC



UNIVERSITAT DE BARCELONA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

UAB Universitat Autònoma de Barcelona

IFAE Institut de Física d'Altes Energies

ICFO

ICN2 Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia

CESGA

VQCC

VIGO QUANTUM COMMUNICATION CENTER

Plan Complementario de Comunicación Cuántica



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

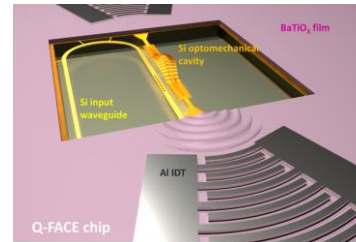


Comunidad de Madrid

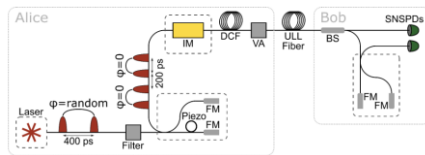
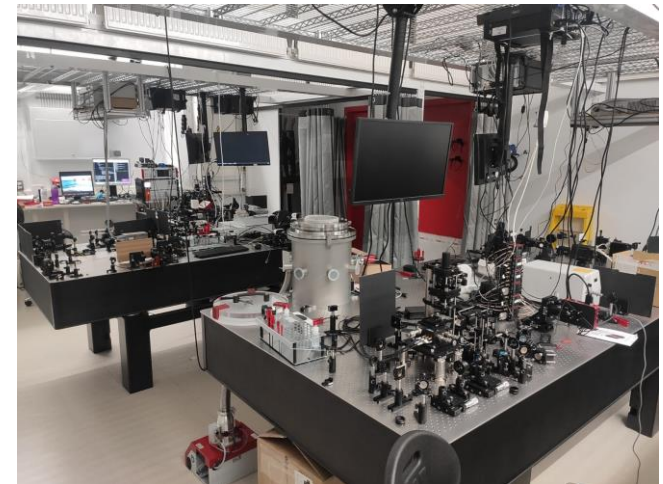
PC3

PLAN COMPLEMENTARIO DE COMUNICACIONES CUÁNTICAS

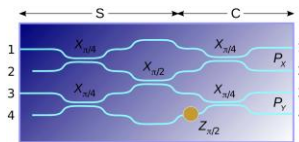
(2) Hardware de comunicación cuántica



DAS Photonics



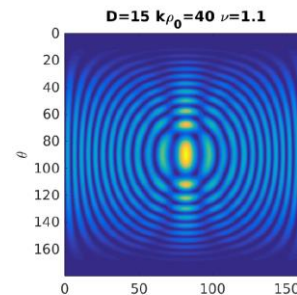
Implementaciones de QKD sobre fibra



Fotónica integrada para QKD

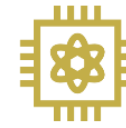


OGS para QKD para enlaces aéreos



Universidad de Valladolid

iKur estrategia



BasQ
Basque Quantum



iMATUS



VIGO QUANTUM
COMMUNICATION CENTER

Plan Complementario de Comunicación Cuántica



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

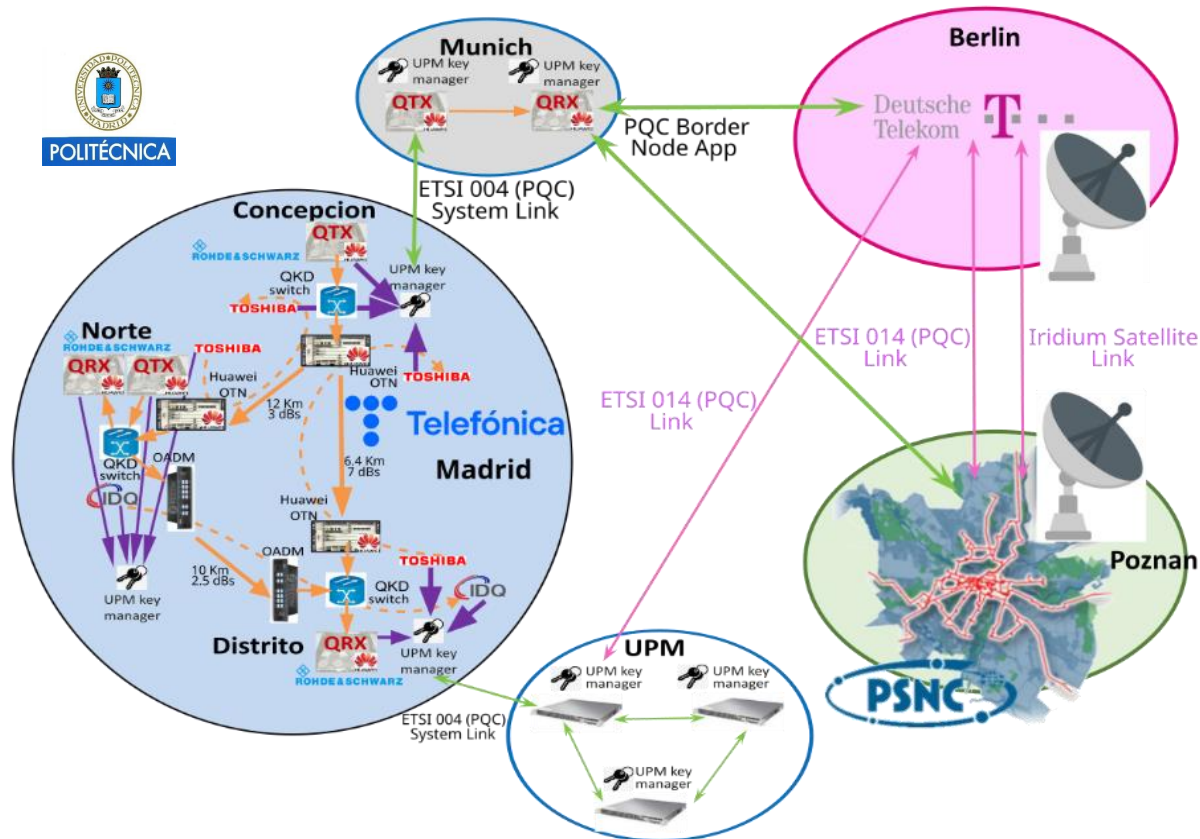


Comunidad
de Madrid

PC3

PLAN COMPLEMENTARIO DE
COMUNICACIONES CUÁNTICAS

(3) Software de comunicación cuántica



Plan Complementario de Comunicación Cuántica



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

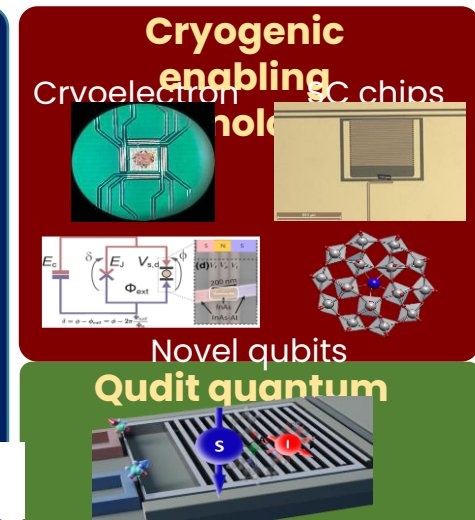
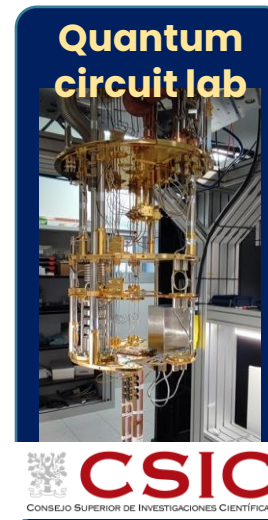
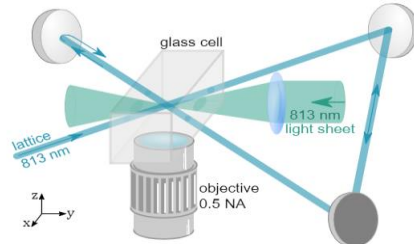
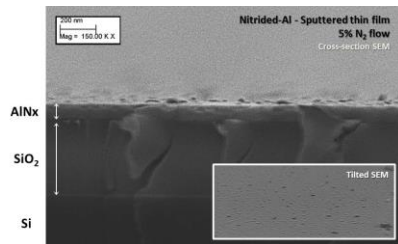
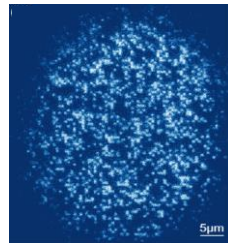
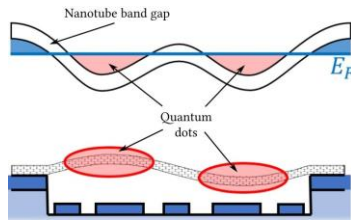


Comunidad de Madrid

PC3

PLAN COMPLEMENTARIO DE COMUNICACIONES CUÁNTICAS

(4) Hardware de procesamiento cuántico



UNIVERSITAT DE BARCELONA

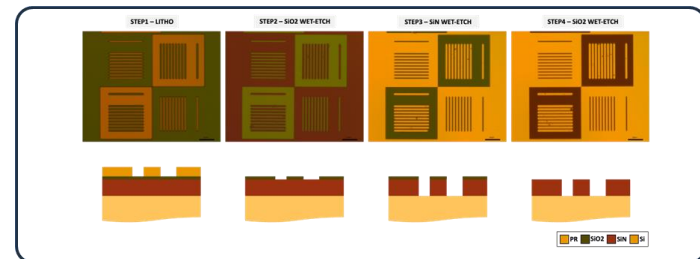
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

UAB Universitat Autònoma de Barcelona

IFAE Institut de Física d'Altes Energies

ICFO

ICN2 Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia



GENERALITAT VALENCIANA

GVA NEXT Fondos Next Generation en la Comunidad Valenciana

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Plan Complementario de Comunicación Cuántica



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

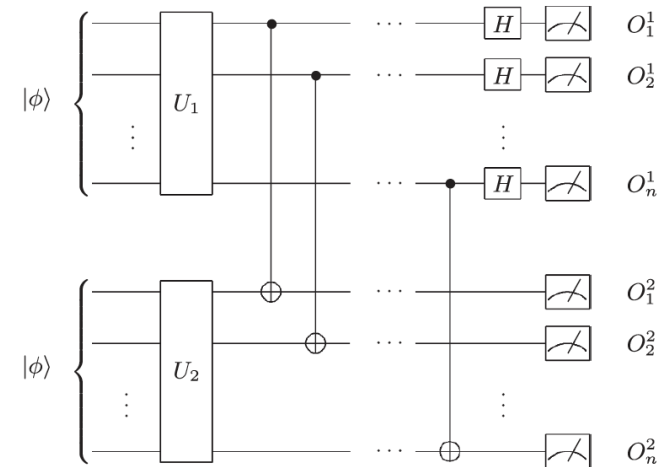
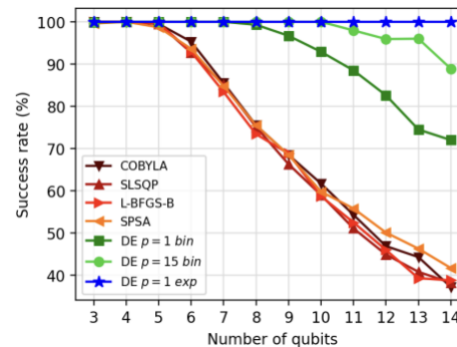
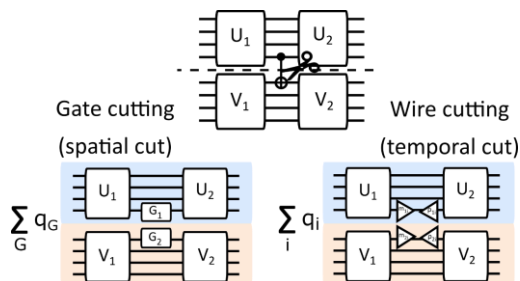
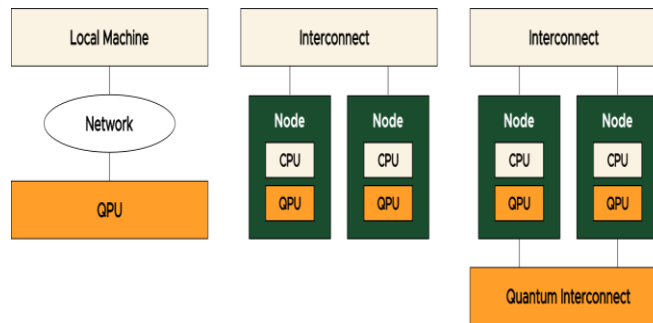


Comunidad de Madrid

PC3

PLAN COMPLEMENTARIO DE COMUNICACIONES CUÁNTICAS

(5) Software de procesamiento cuántico



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

Proyecto MADQuantum-CM



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



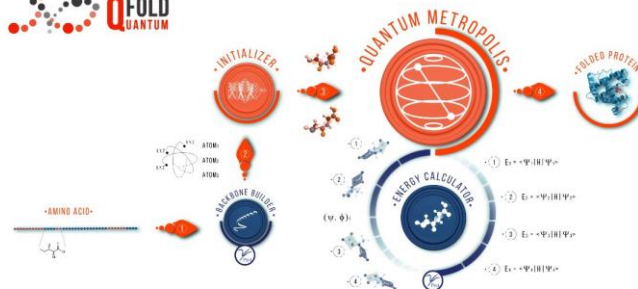
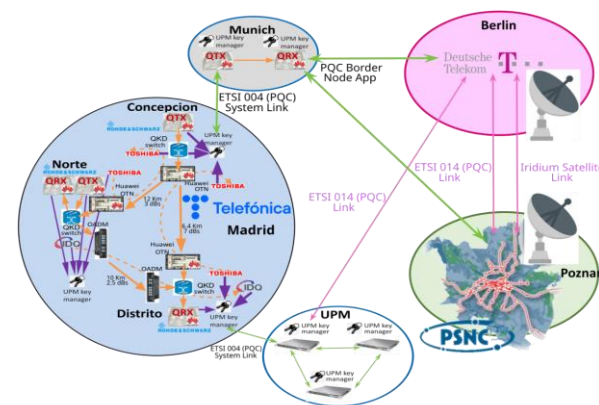
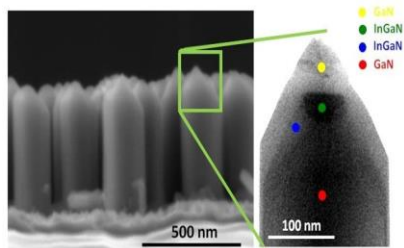
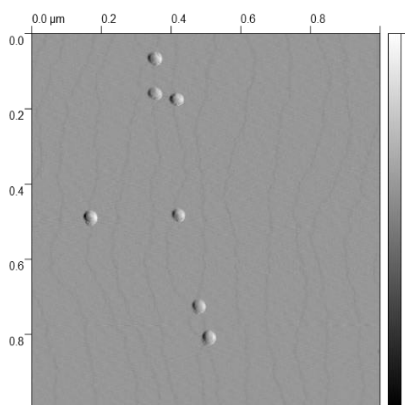
Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Comunidad
de Madrid



MadQ-CM



POLITÉCNICA

instituto
imdea
software



instituto
imdea
networks



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

CEM
CENTRO ESPAÑOL
DE METROLOGÍA



Universidad Autónoma
de Madrid

vithas

Proyecto MADQuantum-CM



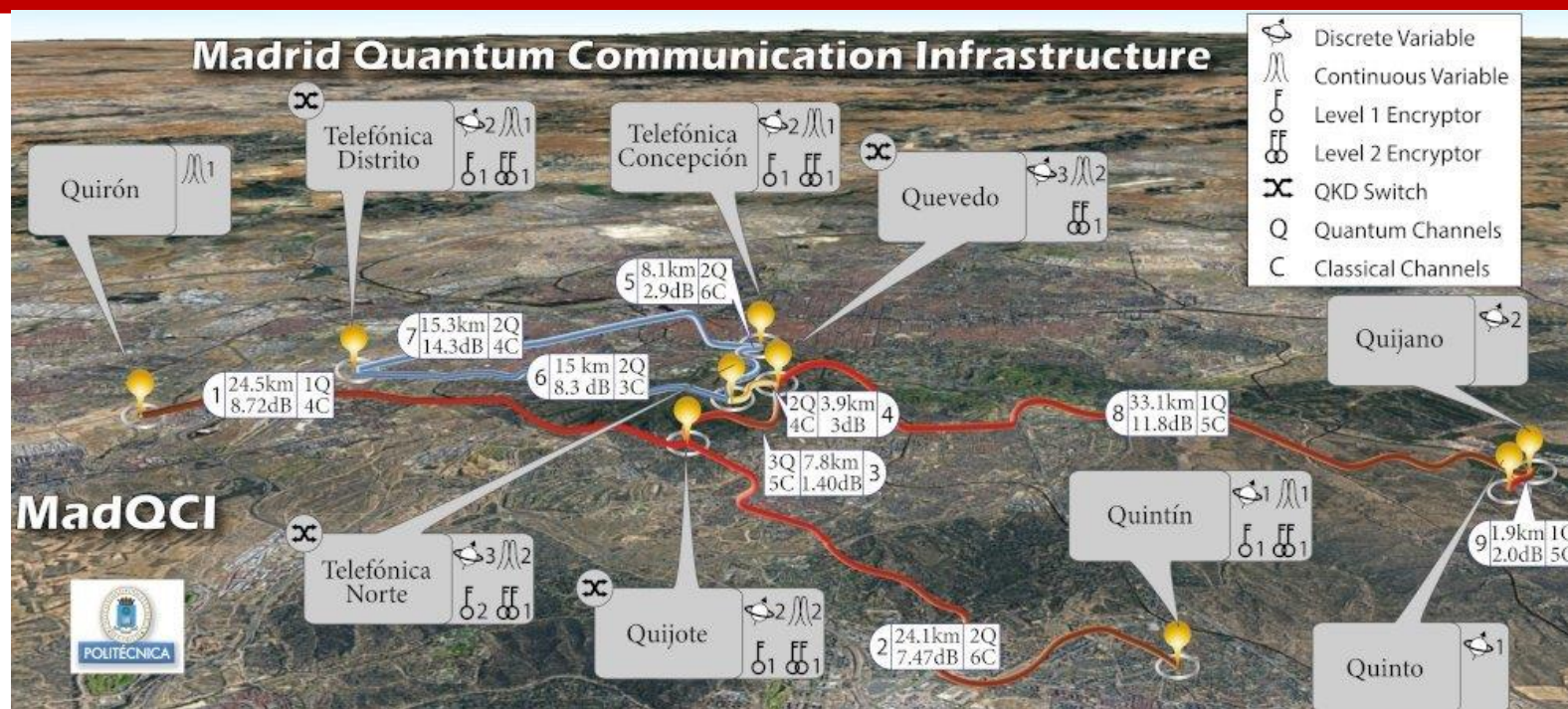
Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



MadQ-CM



POLITÉCNICA

instituto
imdea
software



instituto
imdea
networks



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

CEM
CENTRO ESPAÑOL
DE METROLOGÍA

UAM

Universidad Autónoma
de Madrid

vithas

Iniciativa EuroQCI



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

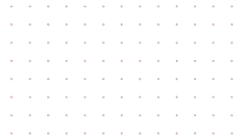


Comunidad
de Madrid



EuroQCI

DECLARATION ON A
**QUANTUM COMMUNICATION
INFRASTRUCTURE**
FOR THE EU


Digital Europe Programme



Iniciativa EuroQCI



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Comunidad
de Madrid



EuroQCI

DECLARATION ON A
QUANTUM COMMUNICATION
INFRASTRUCTURE
FOR THE EU

Digital Europe Programme



EUROQCI
SPAIN

cellnex



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

tecnobit
grupo oesía



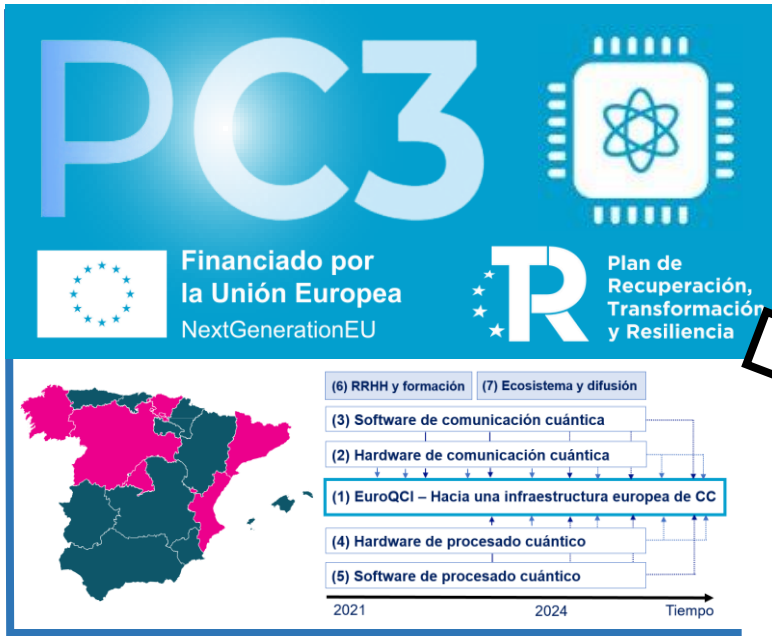
Telefónica



POLITÉCNICA

ICFO^R

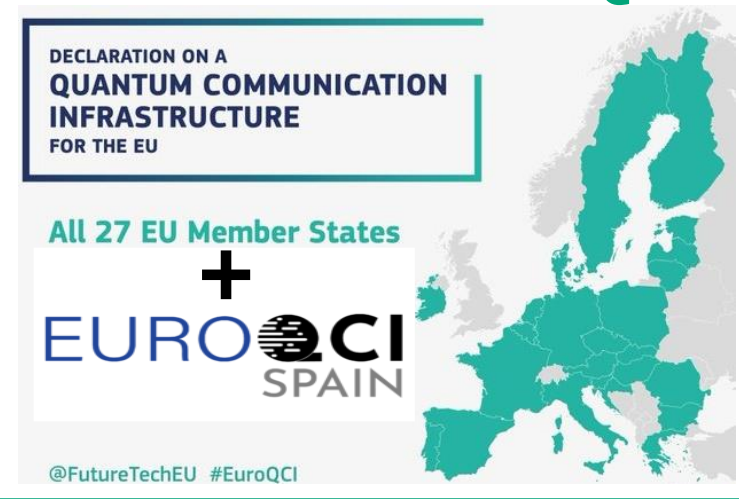
Red MadQCI



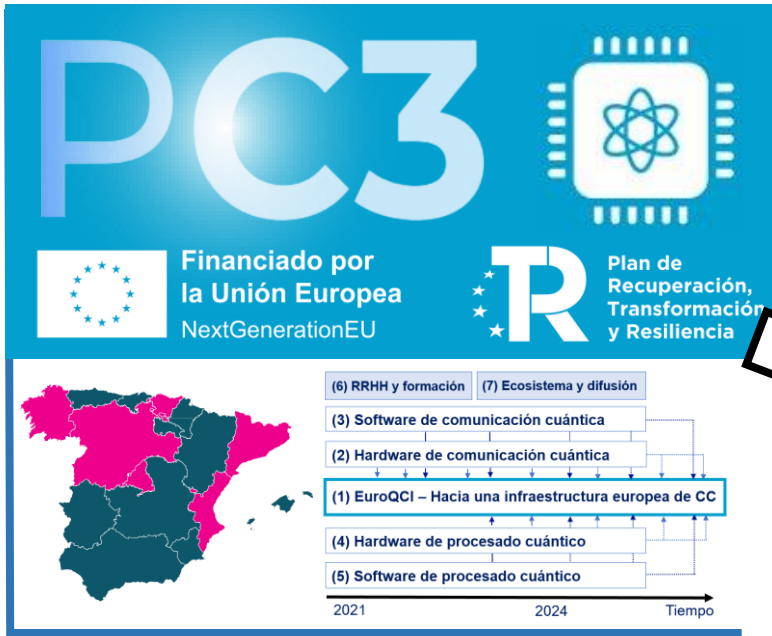
MadQCI



EuroQCI



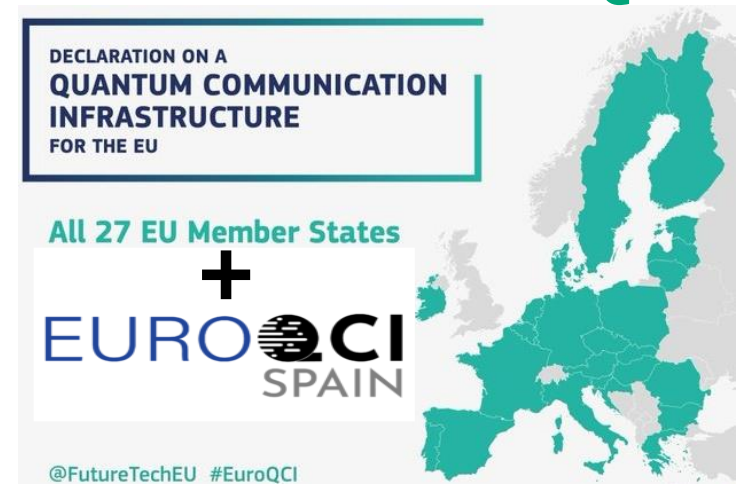
Red MadQCI



Convenio
MadQCI

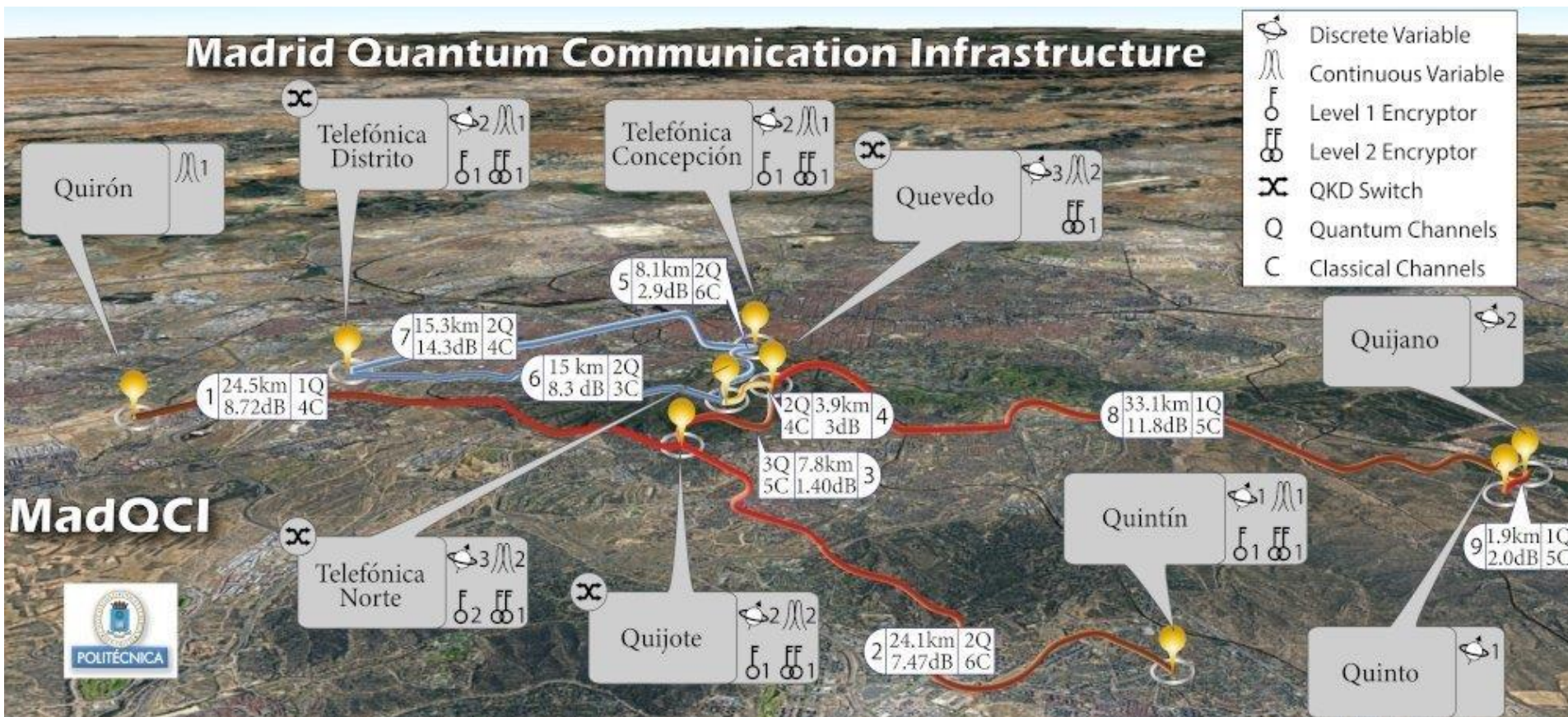


EuroQCI



La red cuántica de Madrid

Iteración 2018-2022

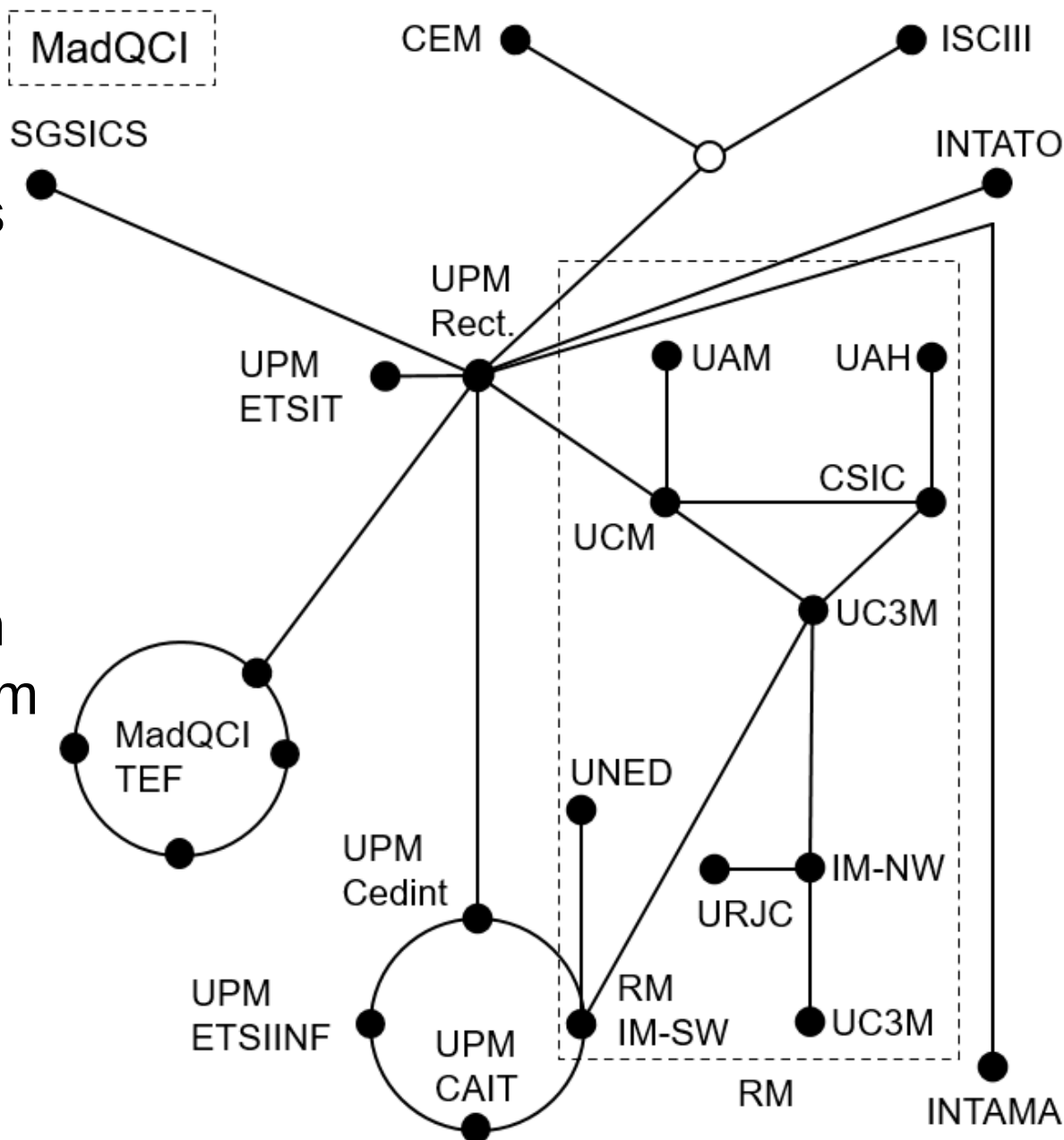


La red cuántica de Madrid

Iteración

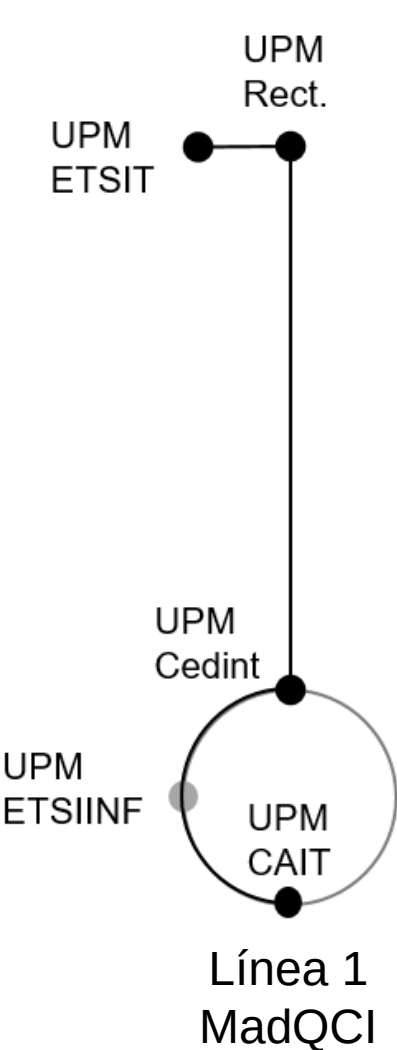
"2023-2033"

- 26 emplazamientos
 - 16 instituciones
- 28 enlaces
 - 690 km de fibra
 - 1 par: 390 km
 - 2 pares: 100 km
 - >3 pares: 200 km
- >20 sistemas QKD
- >8 sistemas QRNG
 - >9 vendedores
- 6 contratos de I+D

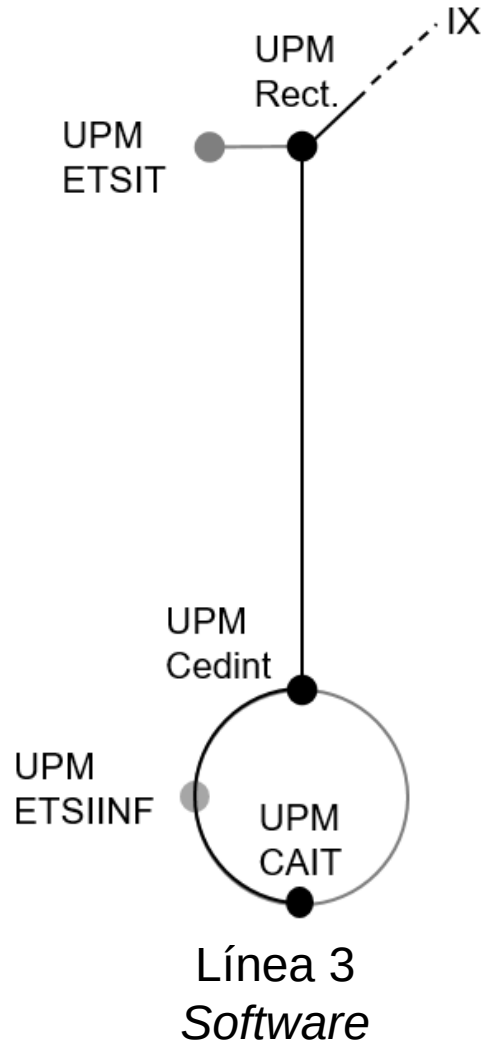


Iteración "2023-2033". UPM

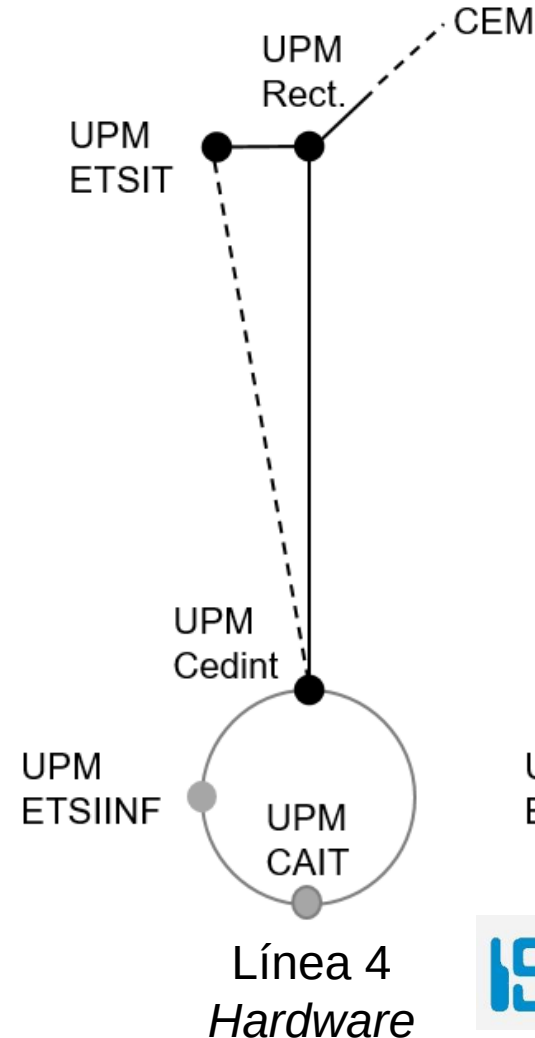
Troncal



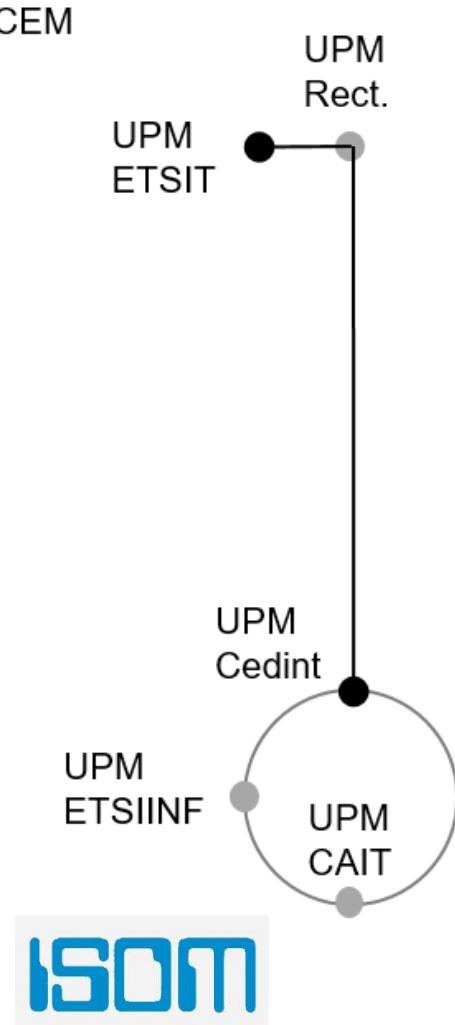
Demostración



Beyond



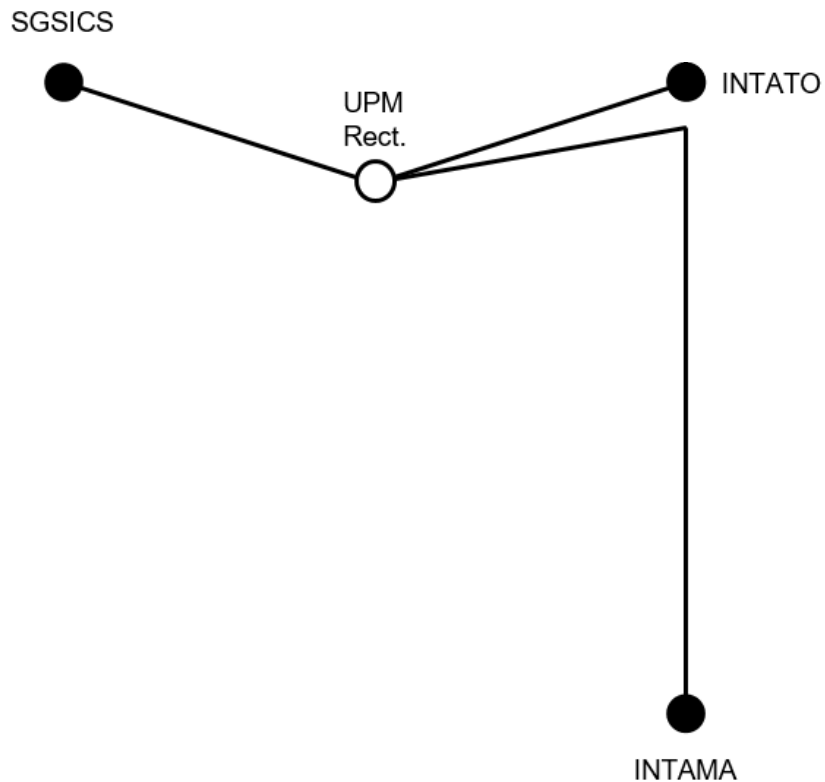
Experimentación



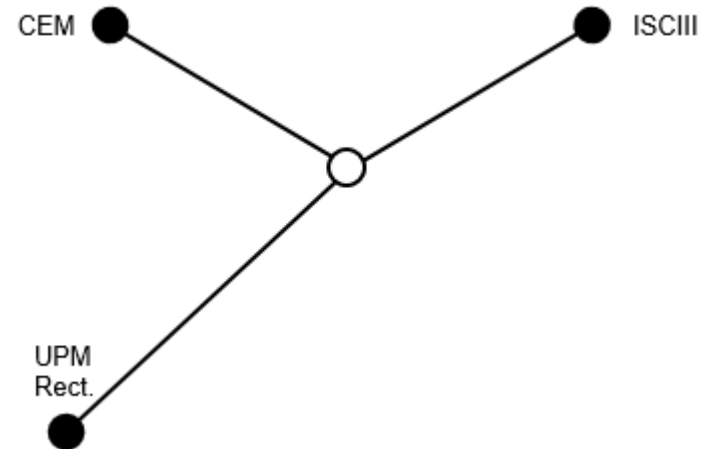
La red cuántica de Madrid

Iteración "2023-2033". UPM

Alta seguridad y



"Y norte"



Cortesía de:



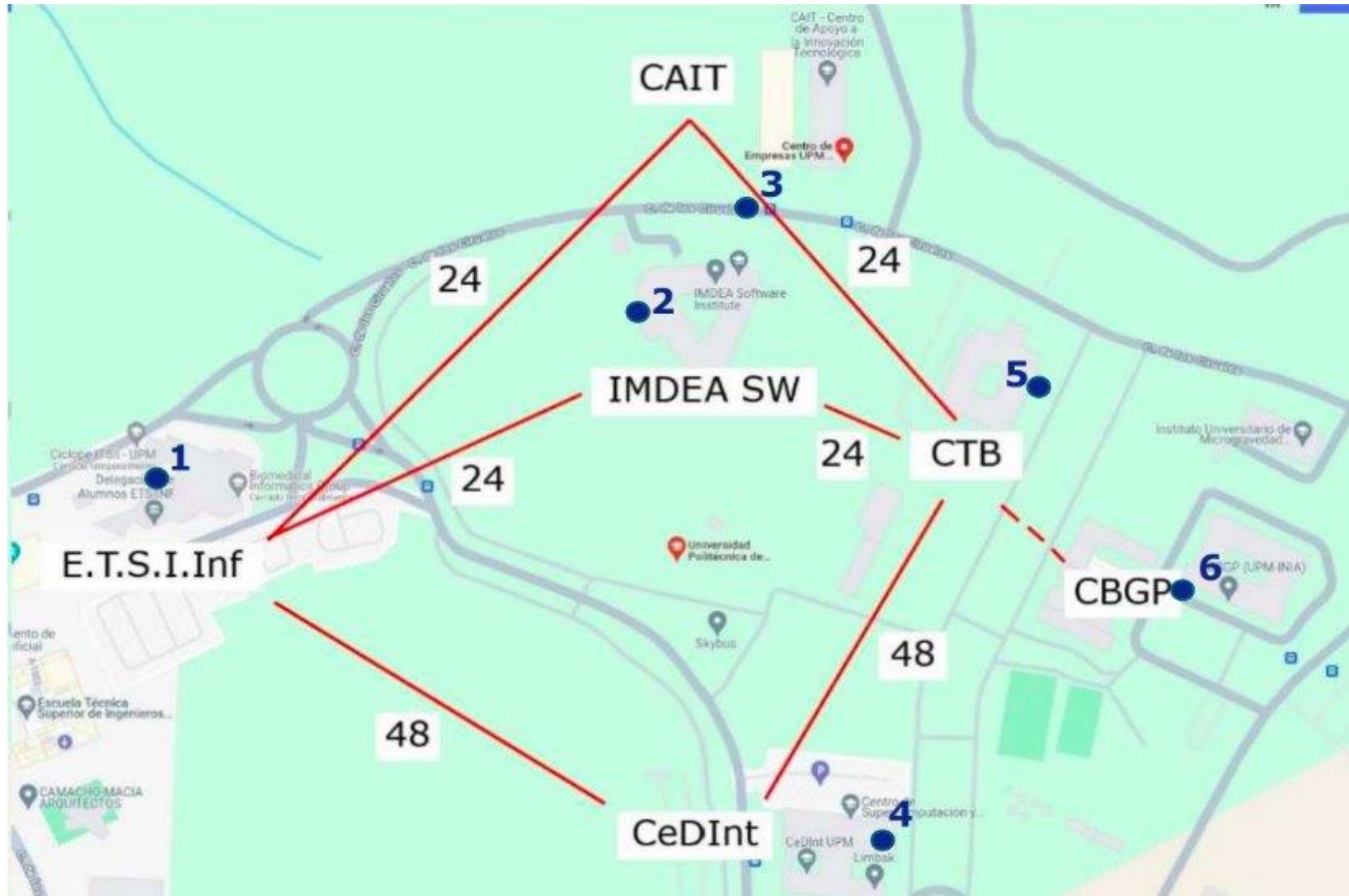
Exp. SUM 57/22

Infraestructura de fibra

- Mediante suministro tipo IRU redefinido (2+15 años).
- Múltiples fibras en cada enlace.

Enlace	Exped.	Precio (€)
Teleco-Rectorado-Informáticos-CAIT	SUM-18/23	156.000 € (250.000€)
Rectorado-CEM-ISCIH  	SUM-57/22	<<< 575.000 € (1.235.000 €)
MadQCI-REDIMadrid 	FIBRA- MADQCI	1.300.000 € (1.900.000 €)
Rectorado-INTATorrejón-INTAMarañosa	SUM-15/24	712.863 € (1.225.000 €)
Rectorado-CETSE(SGSICS) - CSIC	SUM-26/24	- € (421.000 €)

Infraestructura de fibra. Anillo intra-campus



Sistemas cuánticos

- Compra pública de sistemas de distribución cuántica de clave (QKD) (2.630.000 €)
 - 4 sistemas de grado industrial
 - 6 sistemas de grado I+D
 - 2 sistemas de variables continuas
 - 1 sistema con entrelazamiento
 - 1 sistema MDI con tres nodos
 - 1 sistema de bajo coste
- Compra pública de sistemas QRNG (50.000 €)
- Más remanentes y otros socios.

Sistemas cuánticos

- Sistemas QKD de variables discretas —«los normales»—. (~200.000 €/u)



- Sistemas QKD de variables continuas —«los teleco»—. (~160.000 €/u)



KEEQUANT



- Sistemas QKD-MDI (independientes del equipo de medida) —«los de larga distancia»—.

(>> 350.000 €/u)



- Sistemas QKD basados en pares entrelazados —«los del futuro»—.

(>> 350.000 €/u)



QUANTUM OPTICS
JENA



QUANTUM INDUSTRIES

Sistemas clásicos (1.200.000 €)

- Global
 - Sistemas y red para control SDN.
 - Sistemas y red de gestión, pasarela, SAN.
 - Sistemas y red de aplicación.
- Específicos.
 - Escenario demostración.
Sistema y red para virtualización de ensayos.
 - Escenario *beyond*
Sistema y red con GPU —para cifrados, post-procesados, etc.—.
Sistemas anexos —sincronía, etc.—.
 - Escenario de alta seguridad
Sistemas y red TEMPEST con módulos HSM.

Otras líneas

- Contratación pública de servicios de investigación y desarrollo experimental (~ 2.250.000 €)
 - Acceso a la red cuántica de Telefónica.
 - Desarrollo de sistemas seguros (Indra).
 - Desarrollo de sistemas de gestión segura (Indra y GMV)
 - Desarrollo de nuevos sistemas cuánticos (X?)

¿Qué esperar de iniciativas como esta?

- Mucho trabajo.
- Muchos recursos con necesidades específicas.
- Mucha investigación a la aventura.
- Muchas peticiones raras.

¿Qué esperar de iniciativas como esta?

- Mucho trabajo.
- Muchos recursos con necesidades específicas.
- Mucha investigación a la aventura.
- Muchas peticiones raras.

Convenio
MadQCI

En línea con la infraestructura cuántica Europea.

Plan Complementario en Madrid y EuroQCI en la Universidad Politécnica de Madrid



Jornadas REDIMadrid 2024



AJ.Sebastian@upm.es
Vicente@fi.upm.es

Alberto Sebastián-Lombrana, Juan P. Brito, Laura Ortiz, Rubén B. Méndez,
Rafael García, Jaime S. Buruaga, Vicente Martín.